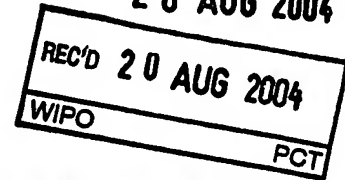


日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

PCT / IB 04 / 02683  
20 AUG 2004



別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日  
Date of Application: 2003年 8月25日

出願番号  
Application Number: 特願2003-300028  
[ST. 10/C]: [JP 2003-300028]

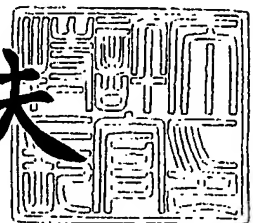
出願人  
Applicant(s): トヨタ自動車株式会社

**PRIORITY  
DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

2004年 3月23日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今井康夫



出証番号 出証特2004-3023723

【書類名】 特許願  
【整理番号】 2003-01439  
【あて先】 特許庁長官殿  
【国際特許分類】 H01M 8/04  
【発明者】  
    【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内  
    【氏名】 石川 哲浩  
【発明者】  
    【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内  
    【氏名】 吉田 寛史  
【発明者】  
    【住所又は居所】 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内  
    【氏名】 佐藤 仁  
【特許出願人】  
    【識別番号】 000003207  
    【氏名又は名称】 トヨタ自動車株式会社  
【代理人】  
    【識別番号】 100079108  
    【弁理士】  
    【氏名又は名称】 稲葉 良幸  
【選任した代理人】  
    【識別番号】 100093861  
    【弁理士】  
    【氏名又は名称】 大賀 真司  
【選任した代理人】  
    【識別番号】 100109346  
    【弁理士】  
    【氏名又は名称】 大貫 敏史  
【手数料の表示】  
    【予納台帳番号】 011903  
    【納付金額】 21,000円  
【提出物件の目録】  
    【物件名】 特許請求の範囲 1  
    【物件名】 明細書 1  
    【物件名】 図面 1  
    【物件名】 要約書 1  
    【包括委任状番号】 0309958

**【書類名】 特許請求の範囲****【請求項 1】**

燃料電池及び蓄電手段と、

前記燃料電池及び前記蓄電手段から負荷へ電力を供給する電力供給手段と、を含む燃料電池システムであって、

前記電力供給手段は、前記負荷の要求電力が基準値に満たないときに前記燃料電池を停止させ、前記負荷の要求電力が前記基準値以上であるときに停止した前記燃料電池を起動させる間欠運転手段と、

停止した前記燃料電池の内部起電力に応じて前記基準値を調整する閾値調整手段と、を備える燃料電池システム。

**【請求項 2】**

燃料電池及び蓄電手段と、

前記燃料電池及び前記蓄電手段から負荷へ電力を供給する電力供給手段と、を含む燃料電池システムであって、

前記電力供給手段は、前記負荷の要求電力が第 1 の基準値に満たないときに前記燃料電池を停止させ、前記負荷の要求電力が第 2 の基準値以上であるときに停止した前記燃料電池を起動させる間欠運転手段と、

停止した前記燃料電池の内部起電力に応じて前記第 2 の基準値を調整する閾値調整手段と、を備える燃料電池システム。

**【請求項 3】**

前記閾値調整手段は、前記燃料電池の内部起電力の降下に対応して前記基準値又は前記第 2 の基準値を低下させ、前記燃料電池の起動時期を相対的に早める請求項 1 又は 2 に記載の燃料電池システム。

**【請求項 4】**

前記閾値調整手段は、前記燃料電池の内部起電力に対して設定すべき前記基準値又は前記第 2 の基準値のデータを予め記憶している請求項 1 又は 2 に記載の燃料電池システム。

**【請求項 5】**

前記蓄電手段は、二次電池及びキャパシタを含む請求項 1 乃至 4 のいずれかに記載の燃料電池システム。

**【請求項 6】**

車両の動力を発生するモータと、

燃料電池及び蓄電手段から前記モータに電力を供給する電力供給手段を含む燃料電池システムと、を搭載する電気自動車であって、

前記電力供給手段は、前記モータを含む負荷の要求電力が第 1 の基準値に満たないときに前記燃料電池を停止させ、前記負荷の要求電力が第 2 の基準値以上であるときに停止した前記燃料電池を起動させる間欠運転手段と、

停止した前記燃料電池の内部起電力に応じて前記第 2 の基準値を調整する閾値調整手段と、を備える電気自動車。

**【書類名】 明細書****【発明の名称】 燃料電池システム及び車両****【技術分野】****【0001】**

本発明は燃料電池システム及び電気自動車に関し、特に、燃料電池と蓄電手段とを備えた燃料電池システムと、この燃料電池システムを搭載した電気自動車に関する。

**【背景技術】****【0002】**

燃料電池システムを搭載する電気自動車においても、エネルギー効率の改善が求められている。例えば、特開 2001-307758 号に開示された燃料電池システムの発明では、負荷の大きさが基準値を越える場合には燃料電池と二次電池とから所要電力を供給し、負荷の大きさが基準値以下の場合には燃料電池を停止して二次電池から所要電力を供給する構成を提案している。燃料電池システムの効率が低下する低負荷領域では燃料電池の運転を一時停止する間欠的な運転を行い、燃料電池をエネルギー変換効率の良い範囲内で動作させて燃料電池システム全体の効率を改善せんとしている。

【特許文献 1】 特開 2001-307758 号

**【発明の開示】****【発明が解決しようとする課題】****【0003】**

しかしながら、燃料電池を間欠的に運転することによって燃料電池システムの効率の改善が図られるものの、電気自動車では負荷の変動が激しい。燃料電池の間欠的な運転によって燃料電池を停止して燃料電池からの電力供給を停止しても、短時間で再起動出来るようにする必要がある。このため、燃料電池からの電力供給の停止状態においても燃料電池の出力端に開回路電圧（OCV）を維持するためにエアコンプレッサと水素ポンプ（補機類）を作動させることも考えられるが、開回路電圧を維持するために燃料電池で水素（燃料）が消費されるので、その分燃費が悪くなる。

**【0004】**

よって、本発明は間欠的な運転を行う燃料電池システムにおけるシステム全体の効率向上と、間欠運転する燃料電池のレスポンス（停止した燃料電池システムの再起動時間）の両立を図ることを可能とする燃料電池システムを提供することを目的とする。

**【0005】**

また、本発明は燃料電池と二次電池を搭載した電気自動車における燃料電池システム全体の効率と車両のレスポンスとの両立を図ることを可能とした電気自動車を提供することを目的とする。

**【課題を解決するための手段】****【0006】**

上記目的を達成するため本発明の燃料電池システムは、燃料電池及び蓄電手段と、上記燃料電池及び上記蓄電手段から負荷へ電力を供給する電力供給手段と、を含む燃料電池システムにおいて、上記電力供給手段は、上記負荷の要求電力が基準値に満たないときに上記燃料電池を停止させ、上記負荷の要求電力が上記基準値以上であるときに停止した上記燃料電池を起動させる間欠運転手段と、停止した上記燃料電池の内部起電力に応じて上記基準値を調整する閾値調整手段と、を備える。

**【0007】**

かかる構成とすることによって、燃料電池内部に残留する燃料ガスによって生ずる内部起電力（開回路電圧）に対応して燃料電池起動の閾値を調整するので短時間で燃料電池を再起動することが可能となる。よって、燃料電池の間欠運転において、燃料電池への燃料（水素）の供給を全く停止した場合であっても、燃料電池の再起動を素早く行うことが可能となり、間欠運転による燃料電池システムの効率改善と運転性（起動応答時間）の両立を図ることが可能となる。

**【0008】**

また、本発明の燃料電池システムは、燃料電池及び蓄電手段と、上記燃料電池及び上記蓄電手段から負荷へ電力を供給する電力供給手段と、を含む燃料電池システムにおいて、上記電力供給手段は、上記負荷の要求電力が第1の基準値を越えないときに上記燃料電池を停止させ、上記負荷の要求電力が第2の基準値を越えるときに上記燃料電池を起動させる間欠運転手段と、停止した上記燃料電池の内部起電力に応じて上記第2の基準値を調整する閾値調整手段と、を備える。ここで、蓄電手段は電気エネルギーを蓄積するものであり、例えば、二次電池（蓄電池）やいわゆるウルトラキャパシタ（大容量コンデンサ）等が該当する。

#### 【0009】

かかる構成とすることによって、第1の発明と同様に、燃料電池内部に残留する燃料ガスによって生ずる内部起電力（開回路電圧）に対応して燃料電池起動の閾値を調整することで短時間で燃料電池を再起動することが可能となる。よって、燃料電池の間欠運転において、燃料電池への燃料（水素）の供給を全く停止した場合であっても、燃料電池の再起動を素早く行うことが可能となり、間欠運転による燃料電池システムの効率改善と運転性（起動応答時間）の両立を図ることが可能となる。また、燃料電池の運転の起動/停止を判断する判別値（閾値）を異ならせることによってハンチングの発生を回避することが可能となる。

#### 【0010】

また、上記閾値調整手段は、上記燃料電池の内部起電力の降下に対応して上記第2の基準値を低下させ、上記燃料電池の起動時期を相対的に早める。

#### 【0011】

また、上記閾値調整手段は、上記燃料電池の内部起電力に対して設定すべき上記第2の基準値のデータを予め記憶している。データはテーブルや関数として記憶することも出来る。

#### 【0012】

また、上記蓄電手段は、燃料電池によって充電される二次電池（あるいは蓄電池）及びキャパシタ等を含む。

#### 【0013】

また、本発明の電気自動車は、車両の動力を発生するモータと、燃料電池及び蓄電手段から上記モータに電力を供給する電力供給手段を含む燃料電池システムと、を搭載する電気自動車において、上記電力供給手段は、上記モータを含む負荷の要求電力が第1の基準値を越えないときに上記燃料電池を停止させ、上記負荷の要求電力が第2の基準値を越えるときに上記燃料電池を起動させる間欠運転手段と、停止した上記燃料電池の内部起電力に応じて上記第2の基準値を調整する閾値調整手段と、を備える。

#### 【0014】

かかる構成とすることによって、燃料電池の間欠的運転において燃料電池への燃料供給を全く停止したとしても、燃料電池の再起動の応答性低下を回避することが可能となる。それにより、電気自動車の燃費改善と応答性（例えば、アクセルレスポンス）を両立可能となる。

#### 【発明の効果】

#### 【0015】

本発明によれば燃料電池の間欠運転において燃料電池の運転停止時には燃料電池への燃料供給を完全に停止することができるので燃費が改善される。また、燃料電池への燃料供給を完全停止としても、燃料電池起動の閾値を燃料電池の残留内部起電力（出力端開放電圧）に応じて設定するので燃料電池の再起動（レスポンス）の遅れを回避可能となる。

#### 【発明を実施するための最良の形態】

#### 【0016】

以下、本発明の実施例について図面を参照して説明する。

#### 【0017】

まず、燃料電池システムの効率について説明する。図4は燃料電池としての効率を説明

するための説明図であり、同図 (a) は電流密度と燃料電池のセル単体の効率、燃料電池 (FC) 出力との関係を表す説明図、同図 (b) は補機動力と燃料電池出力との関係を表す説明図、同図 (c) は燃料電池出力と FC システム効率との関係を表す説明図である。

#### 【0018】

一方、燃料電池に燃料ガス (酸素、水素ガス) を供給するエアコンプレッサ、ポンプ等の補機類は、供給ガス量の増加 (燃料電池出力) に応じてほぼ増加する動力を必要とし、燃料電池出力 (FC 出力) が低い場合であっても所定の動力を必要とする (図 4 (b) 参照)。これらの結果、燃料電池としてのシステム効率 (例えば、発電量から補機駆動に要する電力を差し引いた電力をガス供給量で除算した値) は、図 4 (c) に示すように、燃料電池出力 (FC 出力) が小さいほど低下する。

#### 【0019】

そこで、燃料電池に対する要求負荷が基準値  $P_s$  未満の低負荷領域 (相対的に燃料電池システム効率が悪い領域) では、燃料電池 20 からの電力供給を停止し、二次電池 (蓄電手段) から電力を供給する。基準値  $P_s$  以上の高負荷領域 (相対的に燃料電池システム効率が良い領域) では、燃料電池及び二次電池から負荷に電力を供給することで燃料電池のシステム効率を改善することが可能となる。これが、燃料電池を間欠的に運転することの理由の 1 つである。

#### 【0020】

ところで、電気自動車ではアクセル操作や起動操作に対して動力発生源 (モータ、電源) の即応性が求められる。このため、図 5 に示すように、燃料電池からモータへの電力供給停止状態においても、補機類を間欠的に動作させて燃料電池に燃料ガスを断続的に供給し、燃料電池が所定の開回路電圧 (OCV)、例えば、400 ボルトを維持するようにしている。

#### 【0021】

図 6 は、アクセルを最大に踏み込んで車両を発車させたとき (アクセル開度 100%) の燃料電池の起動応答特性を示している。同図中、実線で示される燃料電池出力 (FC 出力) 特性は所定の開放電圧 (OCV) に維持された状態から起動した場合を示している。また、図中、点線で示される燃料電池出力 (FC 出力) 特性は開放電圧が降下した状態 (図 5 中の二点差線参照) から起動した場合を示している。燃料電池が所定の開放電圧に維持された状態では応答の遅れが  $d$  であるのに対し、燃料電池の開放電圧が維持されない状態では下降開放電圧に応じたより大きな応答の遅れ  $D$  となっている。また、燃料電池の開放端電圧が低下した場合には、モータ起動時に二次電池の出力 (負担) が増大している。従って、燃料電池の起動応答特性を確保しようとするとき開放電圧を保持するための無駄な燃料ガスを消費し、燃料電池からの電力供給をシステム効率の良い範囲でのみ行う燃料電池の間欠運転を行うこととしても結果的に燃費が良くなる。

#### 【0022】

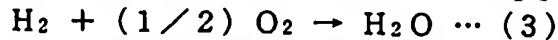
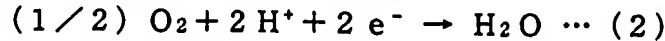
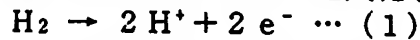
そこで、以下に述べる実施例では、燃料電池の間欠運転において燃料電池から負荷への電力供給停止状態においては燃料電池への燃料ガスの供給を完全に停止する。また、これにより低下する燃料電池の開回路電圧に応じて燃料電池の間欠運転における燃料電池を起動する要求負荷の基準値  $P_s$  を調整して起動時期が早まるようにして燃料電池の起動遅延を可及的に防止する。当該間欠運転における燃料電池の起動/停止の基準値はハウリング防止のために起動の場合と停止の場合とで異なる値に設定することも出来る。

#### 【0023】

図 1 は、本発明の好適な一実施例である燃料電池システム 10 を搭載した電気自動車の構成の概略を表すブロック図である。本実施例の燃料電池システム 10 は、車両に搭載されて車両駆動用の電源として働く。燃料電池システム 10 は、燃料電池 20、2 次電池 30、車駆動用のモータ 32、補機類 34、DC/DC コンバータ 36、残存容量モニタ 46、制御部 50、インバータ 80、電流センサ 90 を主な構成要素とする。以下、燃料電池システム 10 の各構成要素について説明する。

#### 【0024】

燃料電池 20 は、固体高分子電解質型の燃料電池であり、構成単位である単セルを複数積層したスタック構造を有している。単セルは、図示しないセパレータ、アノード（陽極）、電解質膜、カソード（陰極）、セパレータ等によって構成される。燃料電池 20 は、陰極側に水素を含有する燃料ガスの供給を受け、陽極側には酸素を含有する酸化ガスの供給を受けて以下に示す電気化学反応によって起電力を得る。



(1) 式は陰極側における反応、(2) 式は陽極側における反応を示し、(3) 式は電池全体で起こる反応を表わす。

#### 【0025】

このような燃料電池 20 は、接続される負荷の大きさに応じて燃料ガス量及び酸化ガス量を調節することによって出力を制御することができる。この出力の制御は制御部 50 によって行なわれる。すなわち、後述のエアコンプレッサや燃料供給路に設けた電磁バルブに対して制御部 50 からの駆動信号を出力し、その駆動量や開閉状態を調節することで供給ガス量を制御して燃料電池 20 の出力を調節している。

#### 【0026】

燃料電池 20 は、2 次電池 30、モータ 32 及び補機類 34 と接続している。この燃料電池 20 は、モータ 32 及び補機類 34 に対して電力の供給を行なうと共に、これら負荷の状態に応じて 2 次電池 30 の充電を行なう。この場合、燃料電池 20 は、モータ 32 及び補機類 34 とスイッチ 20a を介して接続されており、制御部 50 によるこのスイッチ 20a や 2 次電池側のスイッチ 30a の開閉制御を経て、モータ 32 や補機類 34 への電力供給、2 次電池 30 の充電が実行される。また、燃料電池 20 の出力端には電圧計 20b が接続されており、検出電圧が制御部 50 に供給されている。

#### 【0027】

2 次電池 30 は、上記燃料電池 20 と共にモータ 32 及び補機類 34 に電力を供給する電源装置（蓄電手段）である。本実施例では鉛蓄電池を用いたが、ニッケル-カドミウム蓄電池、ニッケル-水素蓄電池、リチウム 2 次電池など他種の 2 次電池を用いることもできる。この 2 次電池 30 の容量は、燃料電池システム 10 を搭載する車両の大きさやこの車両の想定される走行条件、あるいは要求される車両の性能（最高速度や走行距離など）などによって決定される。なお、2 次電池 30 に代えて大容量のウルトラキャパシタを使用することとしても良い。

#### 【0028】

モータ 32 は、三相同期モータである。燃料電池 20 や 2 次電池 30 が出力する直流電流は、後述するインバータ 80 によって三相交流に変換されてモータ 32 に供給される。このような電力の供給を受けてモータ 32 は回転駆動力を発生し、この回転駆動力は、燃料電池システム 10 を搭載する車両における車軸を介して、車両の前輪及び／または後輪に伝えられ、車両を走行させる動力となる。このモータ 32 は、制御装置 33 の制御を受ける。制御装置 33 は、アクセルペダル 33a の操作量を検出するアクセルペダルポジションセンサ 33b 等とも接続されている。また、制御装置 33 は、制御部 50 とも接続されており、この制御部 50 との間でモータ 32 の駆動などに関する種々の情報をやり取りしている。例えば、アクセルペダル 33a の操作量は駆動要求パワー量として制御部 50 に伝えられる。

#### 【0029】

補機類 34 は、燃料電池 20 に燃料ガスなどを供給して稼働させる役割を担っている。

#### 【0030】

図 2 は、高圧水素を燃料として用いた場合の補機類の構成例を概略的に示すブロック図である。高圧水素タンク 34a に貯留された水素は、開閉弁 34b、圧力を調整する減圧弁 34c、開閉弁 34d を経て燃料電池 20 の陰極群に供給される。これ等の弁の「開閉」、「開閉量」は後述の制御部 50 によって電磁的に制御される。燃料電池 20 で使用さ



れなかった排水素ガスは気水分離器 34 e を経て回収され、ポンプ 34 f によって燃料電池 20 に戻され、再利用される。一方、陽極群に供給される空気（酸素）は、エアフィルタ 34 g で異物が除去され、コンプレッサ 34 h で圧縮され、加湿器 34 i で加湿されて燃料電池 20 に供給される。コンプレッサ 34 h で燃料電池 20 に供給する酸化ガス圧を調節することができる。

#### 【0031】

図 3 は、改質器を水素ガス供給源とした場合の補機類の構成例を概略的に示すブロック図である。燃料電池システム 10 は、上記燃料電池 20 と、メタノールタンク 34 j 及び水タンク 34 k と、改質器 34 l と、エアコンプレッサ 34 m とを主な構成要素とするほか、メタノールと水をタンクから改質器 34 l に供給するポンプ 34 n、34 o、改質器 34 l から燃料電池 70 への供給水素量を調整する電磁弁 34 p を有する。エアコンプレッサ 34 m は、燃料電池 20 に供給する酸化ガス圧を調節することができる。

#### 【0032】

補機類 34 には、上述した、電磁弁、エアコンプレッサや、各ポンプ類のほか、マスフロコントローラや図示しないウオータポンプ等も該当する。ウオータポンプは、冷却水を加圧して燃料電池 20 内を循環させるものであり、このように冷却水を循環させて燃料電池 20 内で熱交換を行なわせることによって、燃料電池 20 の内部温度を所定の温度以下に制御する。マスフロコントローラは、既述したように燃料電池 20 に供給する燃料ガスの圧力と流量を調節する。図 1 では燃料電池 20 と補機類 34 とは独立して表わされているが、これら燃料電池 20 の運転状態の制御に関わる機器については燃料電池 20 の周辺機器ということもできる。

#### 【0033】

DC/DC コンバータ 36 は、燃料電池 20 及び 2 次電池 30 が出力する電気エネルギーの電圧を変換して補機類 34 に供給する。モータ 32 を駆動するのに必要な電圧は、通常 200 V ~ 300 V 程度であり、燃料電池 20 及び 2 次電池 30 からはこれに見合った電圧が出力されている。しかしながら、ポンプ、コンプレッサ、電磁弁などの補機類 34 を駆動するときの電圧は 12 V 程度であり、燃料電池 20 及び 2 次電池 30 から出力される電圧をそのままの状態で供給することはできない。したがって、DC/DC コンバータ 36 によって電圧を降下させている。

#### 【0034】

上記した燃料電池側のスイッチ 20 a や 2 次電池側のスイッチ 30 a を切り替えることによって、燃料電池 20 及び 2 次電池 30 とモータ 32 とを接続したり切り離したりすることができる。上記各スイッチの接続状態は、制御部 50 によって制御されている。

#### 【0035】

残存容量モニタ 46 は、2 次電池 30 の残存容量を検出するものであり、ここでは SOC メータによって構成されている。SOC メータは 2 次電池 30 における充電・放電の電流値と時間とを積算するものであり、この値を基に制御部 50 は 2 次電池 30 の残存容量を演算する。ここで残存容量モニタ 46 は、SOC メータの代わりに電圧センサによって構成することとしてもよい。2 次電池 30 は、その残存容量が少なくなるにつれて電圧値が低下するため、この性質を利用して電圧を測定することによって 2 次電池 30 の残存容量を検出することができる。このような電圧センサは制御部 50 に接続されるものであり、制御部 50 に予め電圧センサにおける電圧値と残存容量との関係を記憶しておくことによって、電圧センサから入力される測定値を基に制御部 50 は 2 次電池 30 の残存容量を求めることができる。あるいは、残存容量モニタ 46 は、2 次電池 30 の電解液の比重を測定して残存容量を検出する構成としてもよい。

#### 【0036】

制御部 50 は、マイクロコンピュータを中心とした論理回路として構成され、CPU 52、ROM 54、RAM 56 及び入出力ポート 58 からなる。CPU 52 は、予め設定された制御プログラムに従って所定の演算などを実行する。ROM 54 には、CPU 52 で各種演算処理を実行するのに必要な制御プログラムや制御データなどが予め格納されてお



り、RAM56には、同じくCPU52で各種演算処理を実行するのに必要な各種データが一時的に読み書きされる。入出力ポート58は、出力電圧計20b、残存容量モニタ46など各種センサからの検出信号などを入力すると共に、CPU52での演算結果に応じて、インバータ80などに駆動信号を出力して燃料電池システムの各部の駆動状態を制御する。

#### 【0037】

図1では、制御部50に関しては、出力電圧計20b、残存容量モニタ46及び電流センサ90からの信号の入力と、インバータ80の駆動信号の出力と、制御装置33との間の信号のやり取りのみを示したが、制御部50はこの他にも燃料電池システムにおける種々の制御を行なっている。制御部50による図示しない制御の中で主要なものとしては、燃料電池20の運転状態の制御を挙げることができる。既述したように、エアコンプレッサやマスフロコントローラに駆動信号を出力して酸化ガス量や燃料ガス量を制御したり、改質器を使用する場合兄は、改質器64に供給するメタノール及び水の量を制御したり、燃料電池20の温度管理や改質器64の温度管理も制御部50が行なっている。

#### 【0038】

インバータ80は、燃料電池20や2次電池30から供給される直流電流を、3相交流電流に変換してモータ32に供給する。ここでは、制御部50からの指示に基づいて、モータ32に供給する3相交流の振幅（実際にはパルス幅）及び周波数を調節することによって、モータ32で発生する駆動力を制御可能となっている。このインバータ80は、6個のスイッチング素子（例えば、バイポーラ形MOSFET（IGBT））を主回路素子として構成されており、これらのスイッチング素子のスイッチング動作により燃料電池20及び2次電池30から供給される直流電流を任意の振幅及び周波数の三相交流に変換する。インバータ80が備える各スイッチング素子は、導電ラインにより制御部50に接続されており、制御部50からの駆動信号によりそのスイッチングのタイミングの制御を受ける。

#### 【0039】

このインバータ80と燃料電池20或いは2次電池30との接続状態は上記のスイッチ20a、30aの制御により決定される。つまり、インバータ80と燃料電池20との接続のほか、インバータ80と2次電池30の接続や、インバータ80への燃料電池20と2次電池30の同時接続が可能である。そして、これらの接続状態を採る間において、燃料電池20の出力制御（発電運転制御）を任意に実行でき、また、2次電池30の出力制御（出力ON・出力OFFの制御）も任意に実行できる。

#### 【0040】

電流センサ90は、2次電池30からの出力電流を検出する。2次電池30の出力状態は放電の場合も充電の場合もあるが、以後、充放電両方の場合について出力電流という。この電流センサ90は制御部50と接続しており、電流センサ90によって検出された電流値は制御部50に入力される。入力された電流値は、2次電池30における充放電状態を判断する際に用いられる。

#### 【0041】

次に、上述した構成を有する燃料電池システム10が実行する燃料電池制御について説明する。図7はこの燃料電池制御の処理の内容を表すフローチャートである。この燃料電池制御は、燃料電池システム10を搭載する車両において、この燃料電池システムを始動させる所定のスタートスイッチがオン状態になったときから、CPU52によって所定時間ごと、例えば、10 $\mu$ secごとに実行される（S100）。

#### 【0042】

本ルーチンが実行されると、まず、制御部50は本システムを搭載した電気自動車の運転者がアクセル操作を介して要求する駆動要求パワーの読み込みと、2次電池30の残存容量Qの読み込みを実行する（ステップS110）。この駆動要求パワーは、運転者の要求に応じて車両のモータ32を回転させるためのパワー（負荷電力）であり、燃料電池20の発電電力と2次電池30の放電電力とで賄われる。この場合、駆動要求パワーは、アク

セルペダル33aの操作量（アクセルペダルポジションセンサ33bの出力）を、制御装置33を経て制御部50に入力することで判別される。また、2次電池30の残存容量Qは残存容量モニタ46の出力値から読み込み演算される。

#### 【0043】

これら読み込み演算に続いて、燃料電池20を間欠的に運転する間欠運転モードである旨を示す間欠フラグのセット状態を判定する（ステップS120）。この間欠フラグは、後述の処理にてセット・リセットされ、セット（フラグオン）状態であれば燃料電池20を間欠運転させることを、リセット（フラグオフ）状態であれば燃料電池20を連続運転させることを表す。

#### 【0044】

間欠フラグがリセット状態（連続運転）であると判定した場合は（S120；Yes）、駆動要求パワーが判別基準値である閾値パワー $P_s$ より小さいか否かの判定を行う（ステップS120）。閾値パワー $P_s$ は、図4（c）に示すように、燃料電池20の出力が低いためにシステム効率が低くなる低負荷領域の燃料電池出力の境界値であり、燃料電池20からの電力供給を停止して間欠運転モードを行うかどうかの判別基準となる。例えば、燃料電池20の発電能力（電力供給能力）の約10%に設定されている。なお、この閾値パワー $P_s$ は、2次電池30の充放電能力やステップS110で読み込んだ残存容量Q等に応じて種々設定することが可能であり、上記したものに限られるわけではない。

#### 【0045】

このステップS130で肯定判定した場合は（S130；Yes）、ステップS120での判定（間欠フラグオフ）を受けて燃料電池20を連続運転させる状況ではあるものの、駆動要求パワーが閾値パワー $P_s$ より小さいことになる。よって、この場合は、燃料電池20の運転モードを連続運転モードから間欠運転モードに移行する旨を示すよう、間欠フラグをオンにセットする（ステップS140）。次に、ステップS100で読み取った残存容量Qと駆動要求パワーとを対比し、2次電池30の残存容量Qだけの電力でモータ32を駆動要求パワー通りに回転させることができるか否かを判定する（ステップS150）。つまり、残存容量Qで駆動要求パワーを充足できるかを判定する。

#### 【0046】

このステップS150で、残存容量Qで駆動要求パワーを充足できると判定した場合は（S150；Yes）、低い発電領域での燃料電池20と上記したポンプ、エアコンプレッサ等の燃料電池の補機類（周辺装置）を含む燃料電池機器群の運転を停止し、燃料ガスの燃料電池への供給を停止する。スイッチ20aは開放され、燃料電池からモータ32への電力供給は停止する。燃料電池20の開回路電圧は電圧計20bによって検出され、制御部50に送られる（ステップS160）。続いて、スイッチ30aを閉じて2次電池30から残存容量Qの電力をモータ32に供給して（ステップS170）、一旦本ルーチンを終了する（S230）。これにより、モータ32は2次電池30のみからの電力供給により回転し、車両は駆動要求パワーで駆動する。

#### 【0047】

一方、ステップS150で、2次電池の残存容量Qだけでは駆動要求パワーを充足できないと判定した場合は（S150；No）、2次電池30と燃料電池20とを併用すべく、上記の燃料電池機器群を発電運転させると共に、燃料電池20の連続運転モードに移行すべき旨を示すよう、間欠フラグをオフにセットする（ステップS210）。これにより、2次電池30の残存容量Qの電力と燃料電池20が発電した電力とで、モータ32の回転並びに駆動要求パワーでの車両駆動が可能となる。

#### 【0048】

このステップS210に続いて、駆動要求パワーが2次電池30の残存容量Qの電力と燃料電池20が発電した電力とで賄えるよう、スイッチ20a及び30aを閉成して2次電池30と燃料電池20とからモータ32に電力を供給して（ステップS220）、一旦本ルーチンを終了する（S230）。より詳しく説明すると、駆動要求パワーと残存容量QはステップS110での読み込みにより既知であることから、この両者から、燃料電池

20で発電すべき電力は定まる。よって、この定まった電力を発電するための既述した燃料ガス供給量を演算し、その結果に応じて上述した補機類（周辺装置）を運転し、上記定まった電力を燃料電池20で発電する。これにより、モータ32は2次電池30と燃料電池20とからの電力供給により回転し、車両は駆動要求パワーで駆動する。

#### 【0049】

また、ステップS130で駆動要求パワーが閾値パワー $P_s$ 以上であると判定した場合は、駆動要求パワーを得るには燃料電池20をシステム効率が高い状態で発電運転をすればよいと言える。よって、駆動要求パワーを2次電池30の電力と燃料電池20の発電電力で賄うべくステップS210に移行する。これにより、モータ32は2次電池30と燃料電池20とからの電力供給により回転し、車両は駆動要求パワーで駆動する（S220）。

#### 【0050】

一方、制御部50は、既述したステップS120で、間欠フラグがオンにセットされた状態（間欠運転状態）であると判定した場合は（S120；No）、停止している燃料電池20の現在の開回路電圧（OCV）に応じた燃料電池起動判別の閾値設定 $P_{on}$ を行うべく、電圧計20bから制御部50に供給されている燃料電池の出力電圧 $V_{ocv}$ を読取る（S180）。

#### 【0051】

制御部50は、燃料電池20の出力電圧 $V_{ocv}$ からオン閾値 $P_{on}$ を計算する。図8は、燃料電池の開回路電圧 $V_{ocv}$ と設定すべきオン閾値 $P_{on}$ の例を説明するグラフである。制御部50はこのグラフをマップデータとしてあるいは関数 $P_{on}=f(V_{ocv})$ としてROM54に予め記憶している。関数 $P_{on}=f(V_{ocv})$ は、開回路電圧の低下に伴ってオン閾値 $P_{on}$ を下げるような特性を有している。それにより、停止している燃料電池の開回路電圧が降下すると燃料電池を起動するオン閾値 $P_{on}$ が低くなるように設定される。オン閾値 $P_{on}$ が低くなって起動タイミングが相対的に早まることによって、後述のように燃料電池20の出力の立ち上がりの遅延を減少することが可能となる。この関数 $f(V_{ocv})$ の最適な特性は装置設計においてあるいは実験的に同定することが出来る。図示の例では、燃料電池20の開回路電圧 $V_{ocv}$ が400ボルトのときオン閾値 $P_{on}$ は7キロワット、開回路電圧 $V_{ocv}$ が200ボルトのときオン閾値 $P_{on}$ は3キロワットに設定している。このようにして、制御部50はオン閾値 $P_{on}$ を設定する（S190）。

#### 【0052】

図9は、オン閾値 $P_{on}$ が燃料電池20の開回路電圧の現在値によって調整される例を説明する説明図である。開回路電圧の現在値 $V_{ocv}$ が低下すると、閾値 $P_{on}$ の値は相対的に低く設定され、開回路電圧の現在値 $V_{ocv}$ が高い状態（例えば、定格出力電圧）では閾値 $P_{on}$ の値は相対的に高く設定される。

#### 【0053】

次に、制御部50は、駆動要求パワーがオン閾値パワー $P_{on}$ より大きいかな否かの判定を行う（ステップS200）。ここで、肯定判定した場合（S200；Yes）は、ステップS120での判定（間欠フラグオン）を受けて燃料電池20を間欠運転させる状況ではあるものの、駆動要求パワーがオン閾値パワー $P_{on}$ より大きいことになる。よって、この大きな駆動要求パワーを2次電池30の電力と燃料電池20の発電電力で賄うべく、ステップS210に移行する。

#### 【0054】

上述したように、制御部50は2次電池30と燃料電池20とを併用すべく、上記の燃料電池機器群を発電運転させると共に、燃料電池20の連続運転モードに移行すべき旨を示すよう、間欠フラグをオフにセットする（ステップS210）。これにより、2次電池30の残存容量Qの電力と燃料電池20が発電した電力とで、モータ32の回転並びに駆動要求パワーでの車両駆動が可能となる。

#### 【0055】

このステップS210に続いて、駆動要求パワーが2次電池30の残存容量Qの電力と

燃料電池20が発電した電力とで賄えるよう、スイッチ20a及び30aを開成して2次電池30と燃料電池20とからモータ32に電力を供給して（ステップS220）、一旦本ルーチンを終了する（S230）。

#### 【0056】

より詳しく説明すると、駆動要求パワーと残存容量QはステップS110での読み込みにより既知であることから、この両者から、燃料電池20で発電すべき電力は定まる。よって、この定まった電力を発電するための既述した燃料ガス供給量を演算し、その結果に応じて上述した補機類（周辺装置）を運転し、上記定まった電力を燃料電池20で発電する。これにより、モータ32は2次電池30と燃料電池20とからの電力供給により回転し、車両は駆動要求パワーで駆動する。

#### 【0057】

ステップS200で否定判定した場合は（S200；No）、駆動要求パワーはまだ小さいままである。よって、燃料電池20とその周辺装置を含む燃料電池機器群を停止したままこの駆動要求パワーを2次電池30の残存容量Qで賄うべく、ステップS150に移行して、既述したそれ以降の処理を実行する。これにより、燃料電池システム10は、燃料電池機器群の停止状況下で（ステップS160）、2次電池30の残存容量Qによりモータ32を回転させて（ステップS170）、車両を駆動要求パワーで駆動する。また、残存容量Qでは不足の場合は（ステップS150；No）、2次電池30と燃料電池20とからの電力供給によりモータ32を回転させて（ステップS210、220）、車両を駆動要求パワーで駆動する。

#### 【0058】

以上説明したように、本実施例の燃料電池システム10は、アクセルペダル33aの踏込操作を介して運転者が要求する車両の駆動要求パワーの大きさにより、燃料電池20とその周辺装置を含む燃料電池機器群の運転・停止を定める。即ち、この駆動要求パワーが燃料電池20にとって高負荷領域の発電運転で得られるものである場合には（ステップS130；No）、燃料電池機器群を運転して燃料電池20で発電を起こし（ステップS210）、この電力と2次電池30の電力でモータ32を回転させて車両を駆動する（ステップS220）。よって、この場合は、燃料電池20を高負荷領域で効率よく発電運転でき、燃料電池システム10、延いてはこれを搭載した電気自動車としてシステム効率を向上することができる。

#### 【0059】

一方、駆動要求パワーが燃料電池20にとって低負荷領域の発電運転で得られるものである場合には（ステップS130；Yes）、2次電池30の残存容量Qでモータ回転を賄うことができれば（ステップS150；Yes）、燃料電池20とその周辺装置を含む燃料電池機器群を停止させ（ステップS160）、2次電池30単独でその残存容量Qによりモータ32を回転させて（ステップS170）、車両を駆動要求パワーで駆動する。よって、燃料電池20を低負荷領域で発電運転しないようにできるので、燃料電池20の無駄な発電を起こすことが無くなり燃料電池システム10、延いてはこれを搭載した電気自動車としてシステム効率を向上することができる。しかも、燃料電池20の運転停止と併せてエアコンプレッサ66等の周辺装置の運転も停止するので、これら装置の運転に要するエネルギーも使わないようにしてシステム効率をより向上することができる。

#### 【0060】

また、駆動要求パワーが低負荷領域のものであっても、2次電池30の残存容量Qがモータ回転に不足する場合は（ステップS150；No）、燃料電池機器群を運転させて、2次電池30と燃料電池20との電力でモータ32を回転させて（ステップS210、220）、車両を駆動要求パワーで駆動する。このため、運転者が意図する駆動状態で車両を駆動できるので、運転者に違和感を与えない。

#### 【0061】

また、本実施例では、駆動要求パワーがオフ閾値パワー $P_s$ 以下であるために燃料電池20を停止させた状況から、駆動要求パワーが増加したために燃料電池20の運転を行う

際には、この駆動要求パワーがオン閾値パワー $P_{on}$ より大きくなるまで燃料電池20を停止させたままとした(ステップS200)。よって、駆動要求パワーが閾値パワー $P_s$ の周辺で増減しても、燃料電池20の運転・停止を繰り返すようなハンチングを回避できる。このため、ハンチングによる不具合、例えば、燃料電池20の周辺装置であるポンプ等の異音発生等を回避できる。

#### 【0062】

また、本実施例では、駆動要求パワーがオフ閾値パワー $P_s$ 以下であるために燃料電池20への燃料ガス供給を完全に停止させた状態から、駆動要求パワーが増加したために燃料電池20を再起動する際に、燃料電池20の起動を決定するオン閾値パワー $P_{on}$ を燃料電池20の現在の開回路電圧(OCV)に応じて調整するようにした(S180、S190)。それにより、燃料電池20の開回路電圧OCVの低下による燃料電池の起動の遅れ(図6参照)を可及的に回避することが可能となっている。燃料電池の起動特性(応答性)を確保しつつ燃料電池の燃費を改善することが可能となって好ましい。

#### 【0063】

また、上述したオフ閾値 $P_s$ を固定値とするのではなく、可変値としても良い。例えば、燃料電池の残留起電力に応じて調整されるオン閾値 $P_{on}$ から所定値 $\alpha$ だけ低い値( $P_{on}-\alpha$ )に設定することとしても良い。この場合にはオン閾値 $P_{on}$ の値が変化してもハンチング防止の余裕 $\alpha$ が常に確保される。また、上記ハンチングの不具合が生じなければ、オフ閾値 $P_s$ をオン閾値 $P_{on}$ と同じ値に設定しても良い。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0064】

【図1】燃料電池システムを搭載する電気自動車を説明するブロック図である。

【図2】補機類(水素ガス使用例)を説明するためのブロック図である。

【図3】補機類(改質ガス使用例)を説明するためのブロック図である。

【図4】図4(a)乃至同図(c)は燃料電池システムの効率を説明するグラフである。

【図5】燃料電池の開回路電圧(OCV)を所定値に維持するために水素ガスを断続的に供給する例を説明するグラフである。

【図6】燃料電池の開回路電圧の低下による燃料電池起動(出力立上がり)の遅れ特性を説明するグラフである。

【図7】制御部による燃料電池の間欠運転と開回路電圧の低下に対応した早期起動の制御動作を説明するフローチャートである。

【図8】燃料電池の開回路電圧に応じた燃料電池オンの基準値(閾値)設定例を説明するグラフである。

【図9】燃料電池システムの間欠運転における燃料電池オンの基準値を開回路電圧に応じて変化させる例を説明する説明図である。

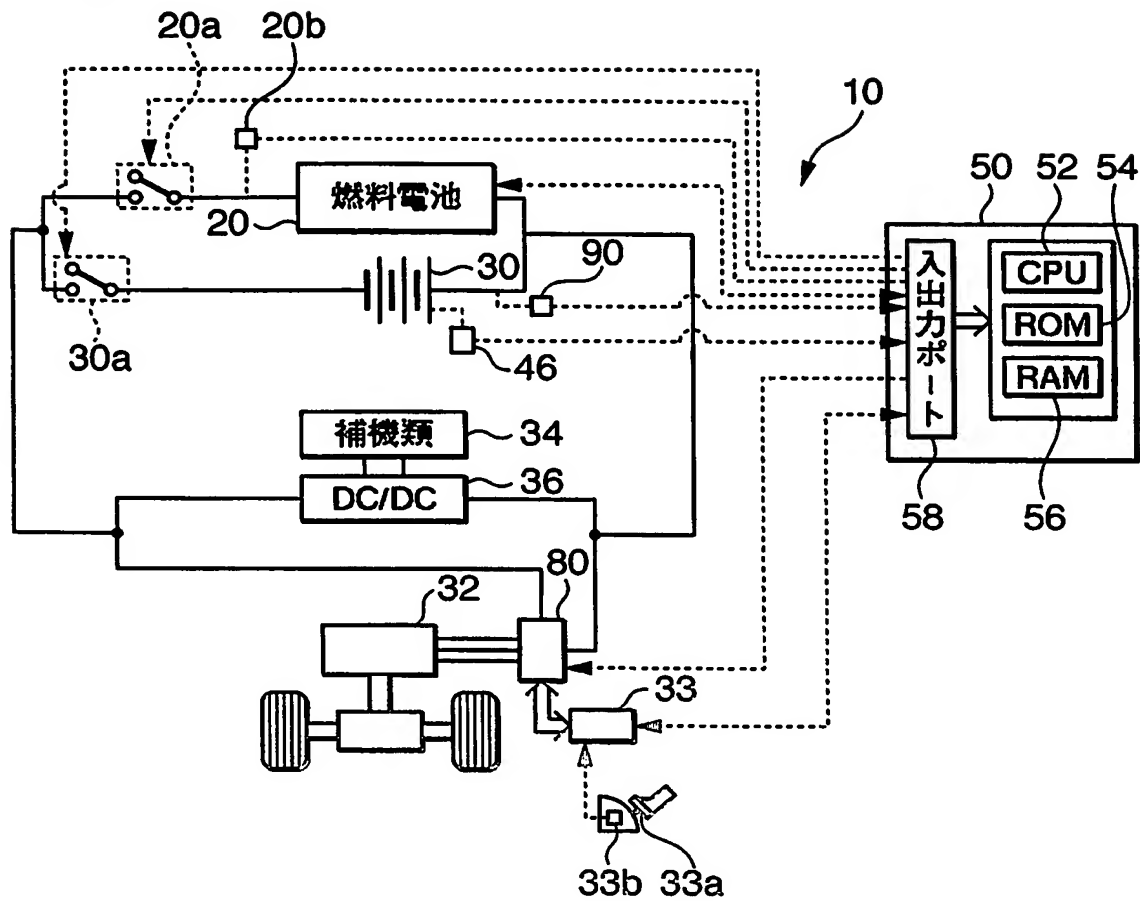
#### 【符号の説明】

#### 【0065】

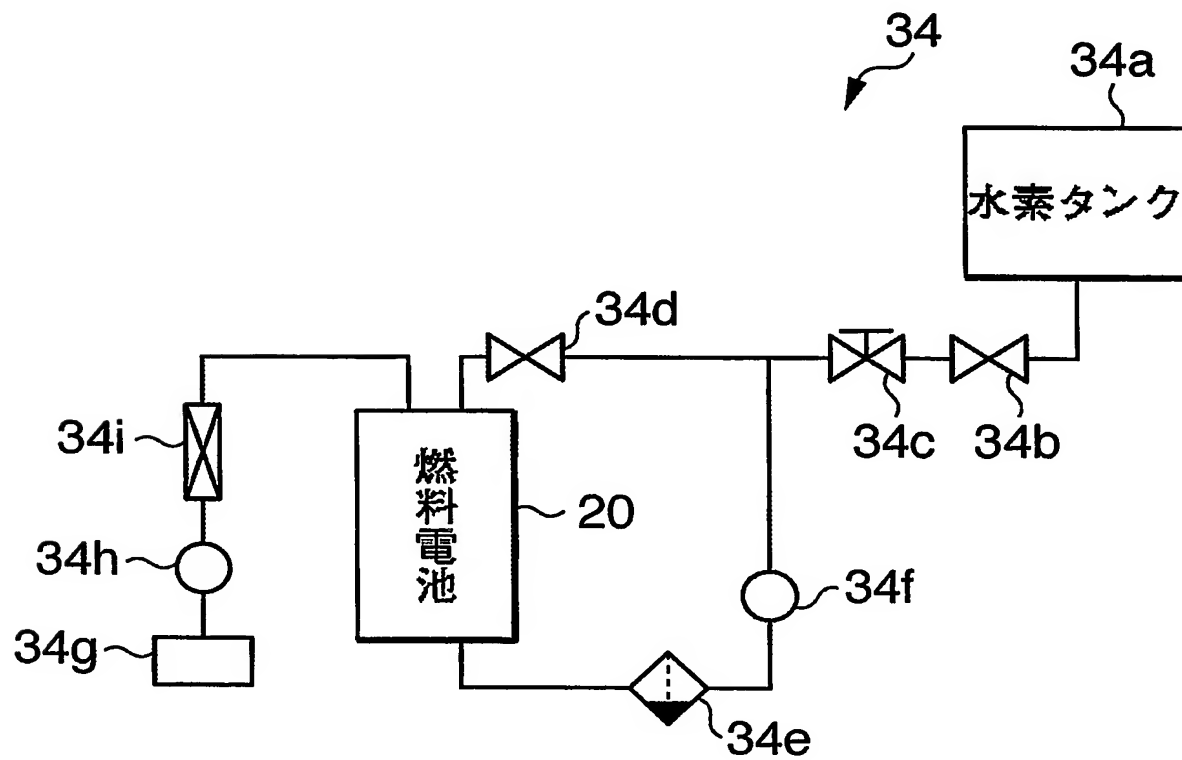
- 10…燃料電池システム
- 20…燃料電池
- 30…2次電池
- 32…モータ
- 33…制御装置
- 33a…アクセルペダル
- 33b…アクセルペダルポジションセンサ
- 34…補機類
- 36…DC/DCコンバータ
- 46…残存容量モニタ
- 50…制御部
- 80…インバータ

9 0 ...電流センサ

【書類名】 図面  
【図 1】

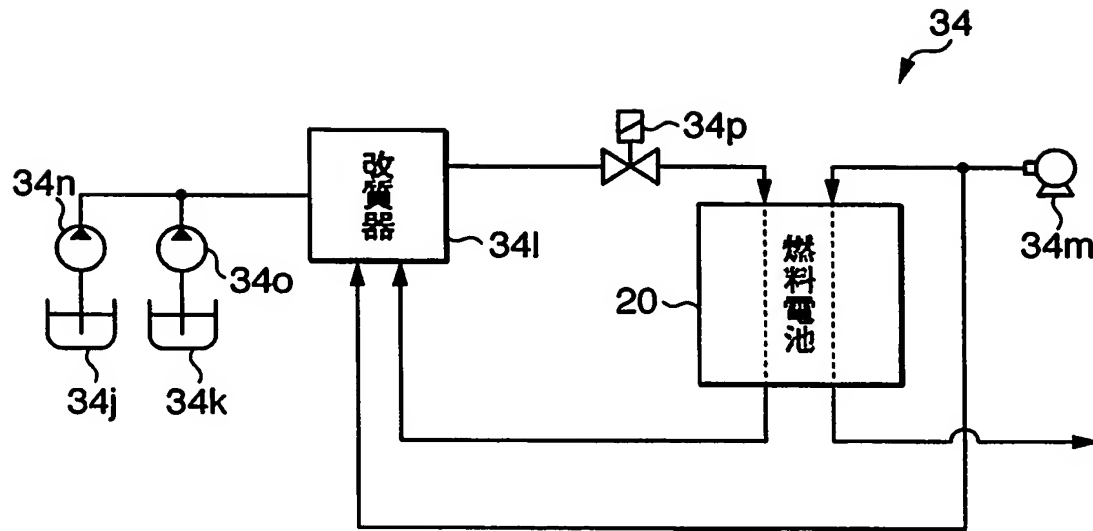


【図 2】

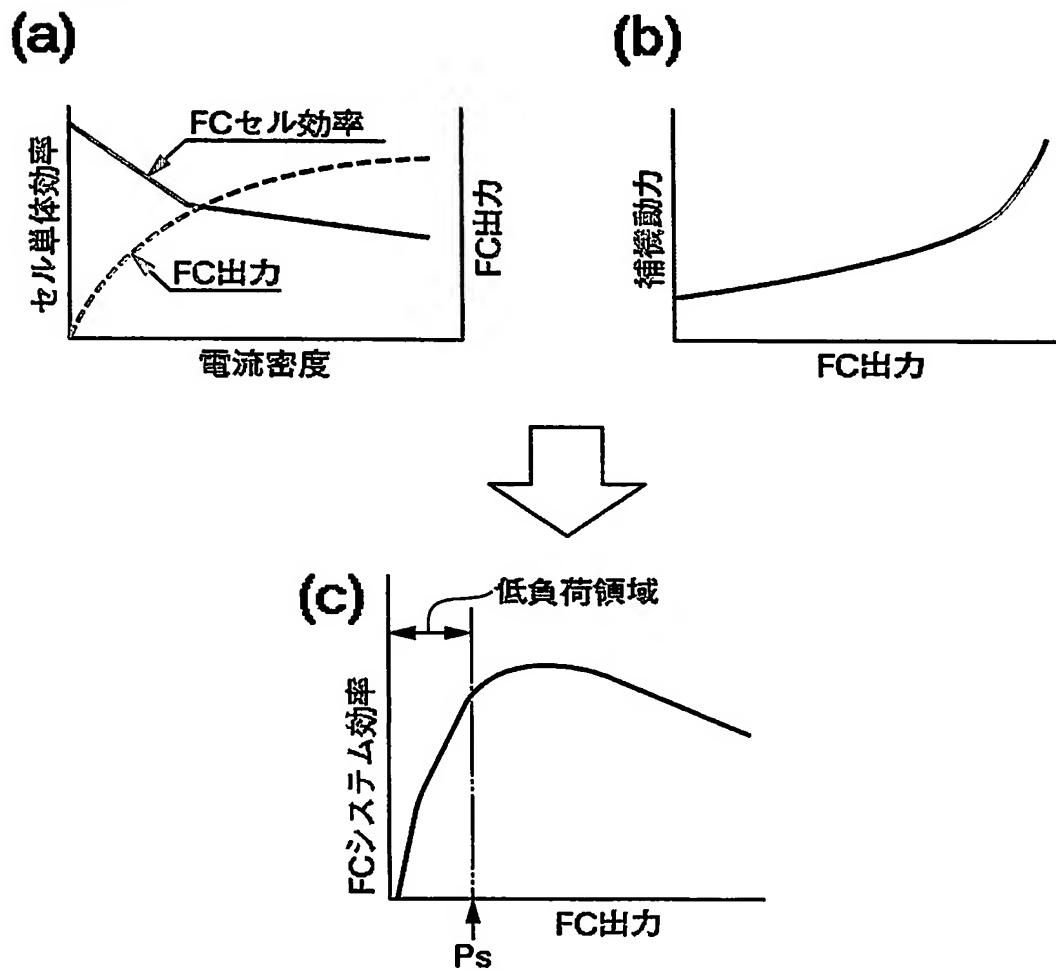




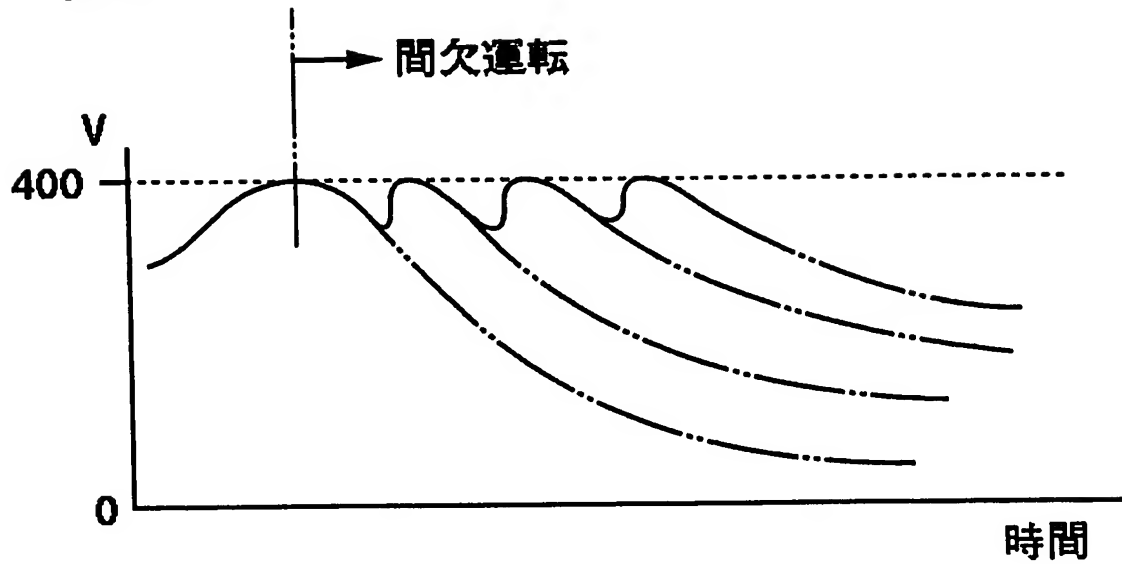
【図 3】



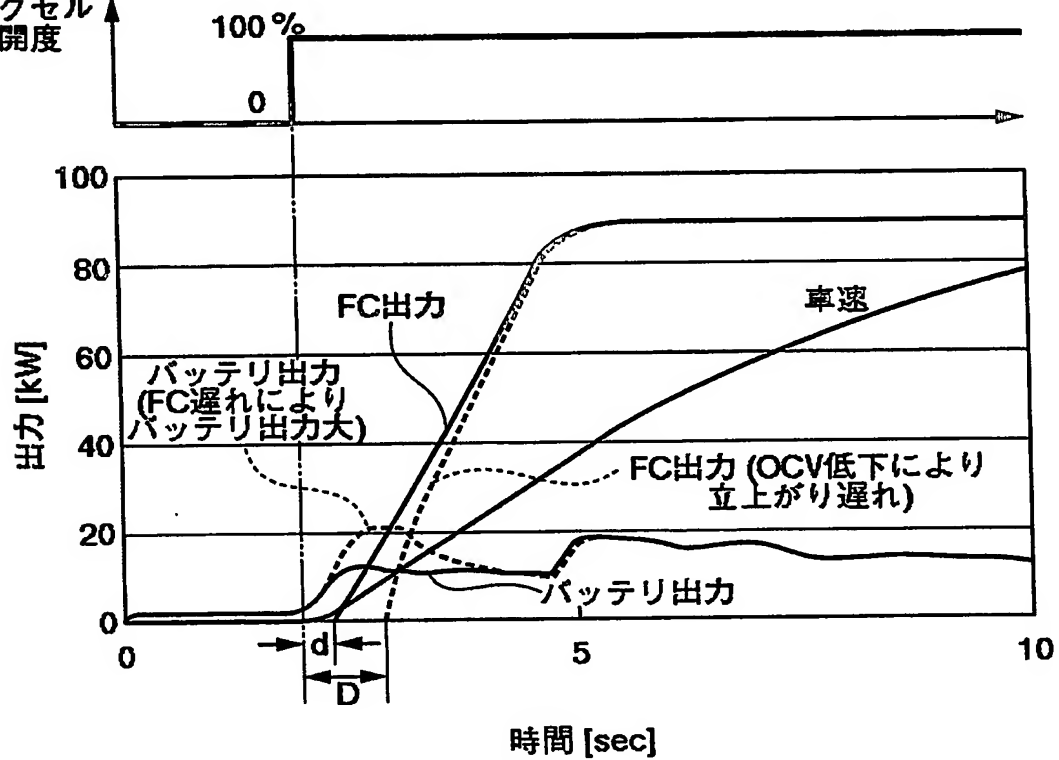
【図 4】



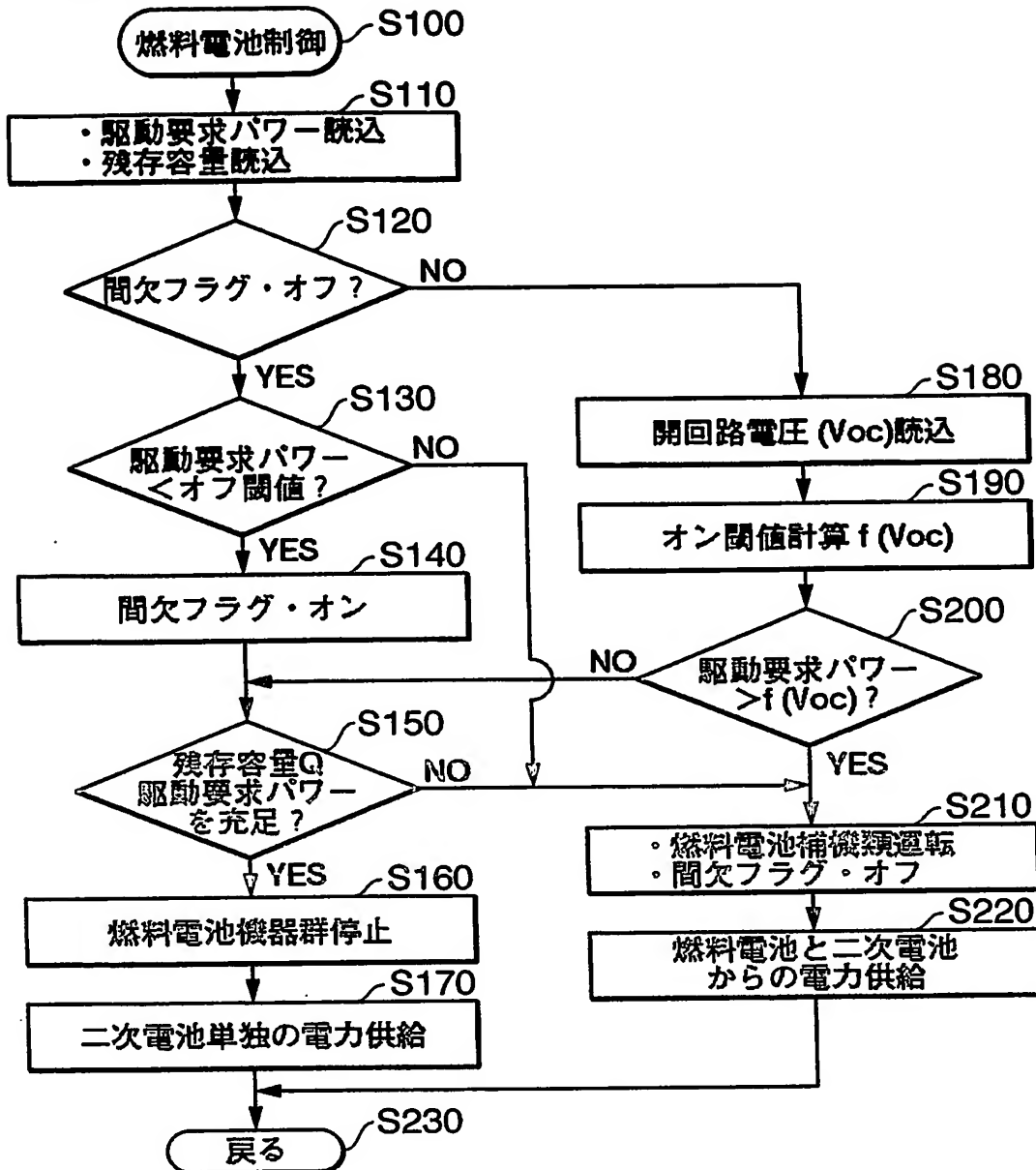
【図 5】



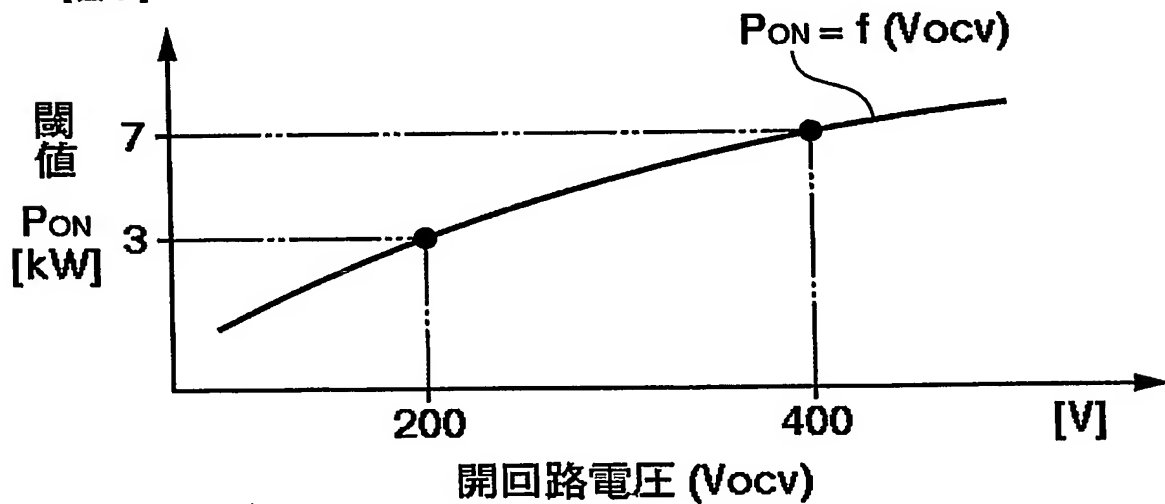
【図 6】  
アクセル  
開度



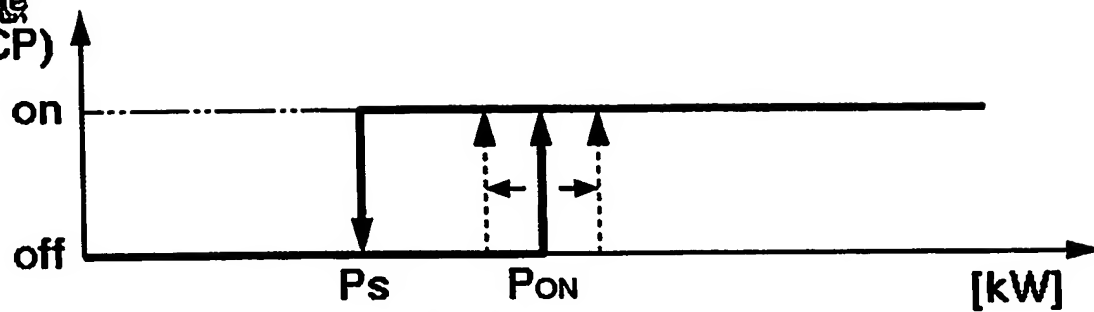
【図 7】



【図 8】



【図9】  
FC作動  
状態  
(A/CP)



駆動要求パワー

**【書類名】 要約書****【要約】**

**【課題】** 燃料電池の間欠的な運転によって燃料電池システム全体の効率を高めると共に停止した燃料電池の起動応答特性を改善する。

**【解決手段】** 燃料電池 20 と二次電池 30 から負荷電力を供給する燃料電池システムにおいて、低負荷領域では燃料電池 20 を停止し、二次電池 30 から負荷電力を供給するようにした燃料電池の間欠運転を行う。この際、燃料電池 20 の停止・起動の閾値を停止状態の燃料電池 20 の開回路電圧 (OCV) に応じて調整する (S180～S200)。それにより、燃料電池停止時の開回路電圧を維持するための燃料消費を回避すると共に、発電停止した燃料電池 20 の開回路電圧が低下した状態からの再起動の応答性を向上させる。

**【選択図】** 図 7

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2003-300028
受付番号	50301397473
書類名	特許願
担当官	第五担当上席 0094
作成日	平成15年 8月26日

<認定情報・付加情報>

【提出日】

平成15年 8月25日

特願 2 0 0 3 - 3 0 0 0 2 8

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 3 2 0 7 ]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 7 日

[変更理由]

新規登録

住 所

愛知県豊田市トヨタ町1番地

氏 名

トヨタ自動車株式会社